



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 12 447 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 01 N 27/12
G 01 N 27/18
G 08 B 17/10

②1 Aktenzeichen: P 44 12 447.3
②2 Anmeldetag: 12. 4. 94
④3 Offenlegungstag: 19. 10. 95

DE 44 12 447 A 1

⑦1 Anmelder:
E.T.R. Elektronik und Technologie Rump GmbH,
44227 Dortmund, DE

⑦2 Erfinder:
Rump, Hanns, 59427 Unna, DE

⑤4 Explosionswarner bei explosionsgefährdeten Gasen, insbesondere Methan

⑤7 Sensor zur Detektion explosionsgefährdeter Gase, insbesondere Methan und Erdgas, wobei Halbleitersensoren nach dem TAGUCHI-Prinzip oder Pellistoren Verwendung finden. Erfindungsgemäß wird der Gaszutritt durch einen mehrschichtigen Filter nach dem Diffusionsprinzip erfolgen. Die Sensoreigenschaften werden automatisch nach verschiedenen erfindungsgemäßen Prinzipien überwacht und es wird ein Voralarm bzw. eine Serviceanforderung ausgelöst, wenn der Verdacht einer Sensor-Fehlfunktion besteht.

DE 44 12 447 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 042/80

6/30

Es besteht der Wunsch, zum Schutz vor Explosionen immer dann Alarm auszulösen, wenn die Konzentration von z. B. Methan in der Luft einen bestimmten Grenzwert überschreitet. Insbesondere für Anwendungen in der Umgebung von Erdgas-Feuerungen soll dann ein Alarm ausgelöst werden, wenn die Konzentration größer als 0,2% ist.

Bekannt ist, daß Halbleitersensoren, wie z. B. Pellistoren (Wärmetönungs-Sensoren) oder auch Zinndioxid-Sensoren, Methan in den nachgefragten Größenordnungen sicher detektieren.

Nachteilig bei diesen Sensoren ist die durchgängige Empfindlichkeit gegenüber allen oxidierbaren Gasen. Es wird gefordert, daß die Sensoren nicht bei Dämpfen von Alkoholen, Lösungsmitteln, etc. ansprechen. Daher können bis heute o. g. Sensoren in der nachgefragten Anwendung nicht ohne weiteres eingesetzt werden.

Die vorliegende Erfindung beschreibt eine technische Lösung, bei der Standardsensorelemente eingesetzt werden können, und die trotzdem die bisher vorliegenden Nachteile beseitigen wie folgt:

- nichtempfindlich gegenüber Lösungsmitteln und Alkoholdämpfen
- keine Zerstörung der Sensorelemente bei Anwesenheit von silikonhaltigen Aerosolen
- selbsttätige Überwachung der Sensorfunktion

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die Sensoren nicht unmittelbar der zur überprüfenden Luft auszusetzen, sondern (siehe Fig. 1) den Sensor in einem Gehäuse anzubringen, welches über eine oder mehrere Öffnungen verfügt. Allerdings kann der Gaszufuhrzutritt nicht direkt erfolgen. Vielmehr sind die Öffnungen durch einen gasdurchlässigen Filter verschlossen, der mind. aus einer Lage Aktivkohle besteht.

Bevorzugt wird allerdings eine Ausführung mit mehreren Filterschichten, wobei die unmittelbar außenliegende Schicht die Funktionen eines Staub-Schmutz- und Aerosolfilters hat. Das Gehäuse wird so ausgeformt, daß eine möglichst große Außenfläche entsteht, welche die vom geheizten Sensorelement erzeugte Wärme abführen kann.

Die Erfindung macht sich folgende Beobachtung zunutze:

Der Transport von Gasen in das Sensorgehäuse hinein erfolgt ausschließlich nach dem Diffusionsprinzip, wobei die Gase jeweils einen ausgeglichenen Gasdruck anstreben.

Ein Gastransport durch den Filter hindurch erfolgt also nur dann, wenn ein Gasdruckunterschied vor und nach dem Filter besteht. Die Diffusionseigenschaften von Gasen sind sehr unterschiedlich. Das relativ kleine Methan-Molekül durchdringt Aktivkohleschichten ohne weiteres. Die durchweg erheblich größeren Alkohol- und Lösungsmittelmoleküle sowie Aerosole werden dagegen zuverlässig vom Aktivkohlefilter absorbiert.

Dieser Effekt ist um so ausgeprägter, weil kein Zwangstransport von Luft durch den Filter erfolgt, vielmehr erfolgt der Gastransport ausschließlich durch Diffusion aufgrund der Gasdruck-Differenzen. Erfindungsgemäß wird dadurch erreicht, daß ausschließlich kleinere Moleküle, in der vorliegenden Anwendung also Methan, auf das Sensorelement einwirken.

Neben der zwingend notwendigen Aktivkohle-Schicht wird erfindungsgemäß eine weitere Schicht vor-

geschlagen, die verhindern soll, daß sich Stäube, Fettreste und Aerosole auf der Aktivkohle absetzen und insofern die Wirksamkeit und Lebensdauer dieser Filterschicht vermindern. Bevorzugt wird ein Filtermaterial mit insbesondere günstigen mechanischen Filtereigenschaften. Bewährt hat sich fließartiges, langfasriges Material mit elektrostatischen Eigenschaften.

Die Erfindung beschreibt weiter eine besondere Form der Signalauswertung, wobei die Überwachung der Funktionsfähigkeit besonders im Fordergrund steht.

Ziel ist es, ein Versagen des Sensorelementes zu bemerken und in diesem Fall automatisch einen Voralarm bzw. eine Serviceanforderung auszulösen.

Dabei macht sich die Erfindung die Beobachtung zunutze, daß im bevorzugten Anwendungsfall das Sensorelement in aller Regel sehr selten mit dem Zielgas Methan provoziert wird. In Reaktion mit dem Sauerstoff der Umgebungsluft wird die auf ca. 350 Grad Celsius erhitzte Oberfläche aus Zinndioxid (SnO_2) einen bestimmten Widerstand annehmen, der vom Sensorelement über einen längeren Zeitraum eingehalten werden wird.

Erfindungsgemäß wird gefordert, daß dieser Wert innerhalb eines bestimmten Toleranzbandes eingehalten wird. Wird das Toleranzband verlassen, ist das wahrscheinlich die Ursache von fehlerbegründeten Veränderungen der Anordnung und Anlaß, eine Serviceanforderung auszulösen.

Wenn z. B. die Heizung des Sensors ausfällt, wird die SnO_2 -Schicht, die elektrisch ein n-leitender Halbleiter ist, hochohmiger werden. Versagt die Heizungsregelung und betreibt den Sensor mit Übertemperatur, wird der Sensorwiderstand niederohmiger.

Um diese Reaktionen zu provozieren, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, in regelmäßigen Abständen die Temperatur des Sensorelementes zu verändern. Fig. 2 zeigt die Ausführung des Gedankens:

Die normale Sensorleistung (2) ist 100%. Dieser Leistung ist ein bestimmter Widerstand (1) der Zinndioxidschicht zugeordnet, die diese bei Beaufschlagung mit normaler Luft annimmt. Zum Beispiel $1 \times$ in 24 h wird die Leistung der Heizung auf z. B. 110% (4) erhöht. Dabei wird der Sensorwiderstand sinken (3). Anschließend wird die Sensorleistung auf z. B. 90% vermindert (5) was eine Erhöhung des Sensorwiderstandes (6) zur Folge hat. Das Programm der Auswertereinheit ist so ausgelegt, daß diese Veränderung beobachtet wird und bei Ausbleiben der Reaktion eine Serviceanforderung erfolgt. Dieser Test wird in frei bestimmbarren Abständen wiederholt (9, 10, 11, 13, 14, 12).

Dazu ist eine elektrische Steuereinheit nach Fig. 5 erforderlich: Das Sensorelement (1) wird von einem elektrischen Heizungsregler (2) beheizt. Der Sensorwiderstand befindet sich in einem elektrischen Spannungsteiler und erzeugt das gaskonzentrationsabhängige elektrische Signal (3), welches einem Mikroprozessor zugeführt wird. Der Mikroprozessor steuert über eine Befehlsleitung (6) den Heizungsregler im Sinne der vorstehend beschriebenen Veränderungen der Heizleistung. Über einen Alarmausgang (5) und einen Ausgang zur Serviceanforderung (6) ist das Gerät mit der Außenwelt verbunden.

Es gibt weitere erfindungsgemäße Strategien zur selbsttätigen Fehlererkennung. Der Mikroprozessor verfügt über einen nichtflüchtigen Speicher und bildet einen Durchschnittswert des Sensorsignals in der ersten Betriebszeit, z. B. über die ersten 48 h des Betriebes. Die Signalthöhe wird nichtflüchtig gespeichert.

Wenn der Sensorwiderstand (Fig. 4) hochohmiger wird und einen Toleranzwert (2) überschreitet (3), wird eine Serviceanforderung dann ausgelöst, wenn dieser Zustand über einen bestimmten Zeitraum hin beibehalten wird. Wenn der Sensorwiderstand (Fig. 3) einen längeren Zeitraum niederohmiger als der Toleranzwert (7) wird, erfolgt ebenfalls eine Serviceanforderung. Geringe Abweichungen vom Normalwert (1), in Fig. 3 beginnend zum Zeitpunkt (2) werden toleriert, wenn der Differentialquotient kleiner als ein vorgegebener Wert ist (3). Wird der Differentialwert größer als ein vorgegebener Wert (6), erfolgt unmittelbar eine Alarmauslösung, weil dieser Sprung nur durch eine sehr hohe Konzentration des Zielgases ausgelöst sein kann. Unabhängig von der Bewertung des Differentialquotienten als alarmanauslösendes Kriterium wird ein Alarm dann ausgelöst, wenn das Sensorsignal (4) einen bestimmten Widerstandswert (4) unterschreitet.

Dem erfindungsgemäßen Gassensor ist ein Gehäuse eingebaut, das Merkmale nach Fig. 1 aufweist:

Das Gehäuse (1) ist so ausgeformt bzw. hat einen derartigen Wärmewiderstand nach außen, daß die vom Sensor erzeugte Wärme an die Umgebung abgestrahlt wird. Damit wird erreicht, daß die Luft im Innenraum sich nicht zu sehr erwärmt, um die Eigenschaften des Aktivkohlefilters (8) nicht ungünstig zu beeinflussen. Das gleiche Ziel wird mit der Montagelage verfolgt: Erfindungsgem. wird das Sensorelement niemals unmittelbar unter der Gaseintrittsöffnung (7) des Gehäuses angeordnet, um übermäßige Erhitzung der A-Kohle zu vermeiden. Der A-Kohleschicht (8) ist ein mechanisches Luftfilter (9) vorgelagert, um Stäube und Aerosole von der A-Kohle fernzuhalten.

Das Sensorelement (2) ist auf eine gedruckte Schaltung (3) aufgebaut, die die Auswerteelektronik trägt und die mit (4) im Gehäuse befestigt ist. Eine Kabeldurchführung (6) bringt gasdicht das elektrische Verbindungskabel (5) nach außen. Das Gehäuse wird bevorzugt aus Aluminium aufgebaut, wobei zur Vergrößerung der Oberflächen die Innen- und Außenwände verrippt sind. Mit einer derartigen Maßnahme kann trotz guter thermischer Abstrahlung das Gehäuse relativ klein gehalten werden.

Patentansprüche

1. Sensoranordnung zur Detektion explosionsgefährdeter Gase unter Verwendung von halbleitenden Gassensoren, insbesondere nach dem Taguchi-Prinzip oder Pellistoren-Prinzip (Wärmetönungssensoren) und einer elektrischen Auswerteschaltung, vorzugsweise unter Verwendung eines Mikroprozessors (Fig. 5) und eines Steuerprogrammes, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Sensorelement (1.2) sich in einem Gehäuse (1.1) befindet, dessen Zutrittsöffnung (7) für Außenluft durch ein gasdurchlässiges und mehrlagiges Filter (8, 7) versperrt ist, wobei mindestens eine Lage aus Aktivkohle besteht.

2. Sensoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Auswerteeinschaltung (Fig. 5) den elektrischen Widerstand des Sensors (5,1) derart überwacht, daß ein Durchschnittswert des Sensorwiderstandes in einem frei festlegbaren Zeitraum nach Inbetriebnahme der Anordnung gebildet wird und nichtflüchtig im Speicher der Auswerteeinheit abgelegt wird und ein Voralarm bzw. eine Serviceanforderung dann aus-

gelöst wird, wenn über einen längeren und rein bestimmaren Zeitraum der Sensorwiderstand entsprechend Fig. 3 und Fig. 4 diesen abgelegten Anfangswert um einen bestimmten Betrag über- oder unterschreitet.

3. Sensoranordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Alarm dann ausgelöst wird, wenn

- der Differentialquotient, der sich aus Sensorwiderstand und Zeit bildet, einen bestimmten Wert überschreitet, oder
- der Sensorwiderstand einen bestimmten Mindestwert unterschreitet.

4. Sensoranordnung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Auswerteschaltung (Fig. 5) in bestimmten zeitlichen Abständen die Heizleistung vermindert oder erhöht (Fig. 2, 4 + 5), wobei nach Fig. 2 die Auswerteschaltung den elektrischen Widerstand des Sensorelementes zum Zeitpunkt der Heizleistungsveränderung beobachtet (Fig. 2.2 + 6) und mit vorher ab gespeicherten Werten vergleicht. Bei Abweichungen vom ab gespeicherten Veränderungsbetrag wird dann eine Serviceanforderung ausgelöst, wenn der Veränderungsbetrag (Fig. 2,2 + 6) zum vorher bei normaler Luft festgestellten Sensorwiderstand (2,1) einen bestimmten Betrag über- oder unterschreitet.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

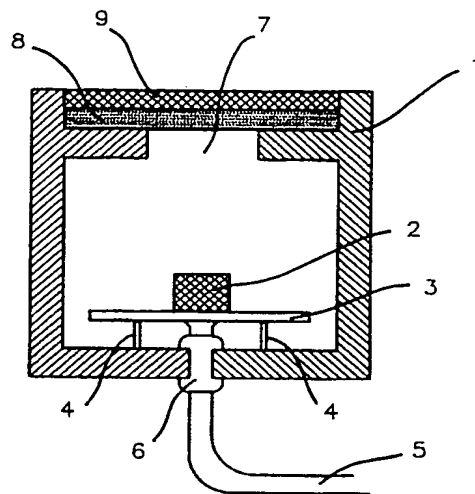


Fig. 2

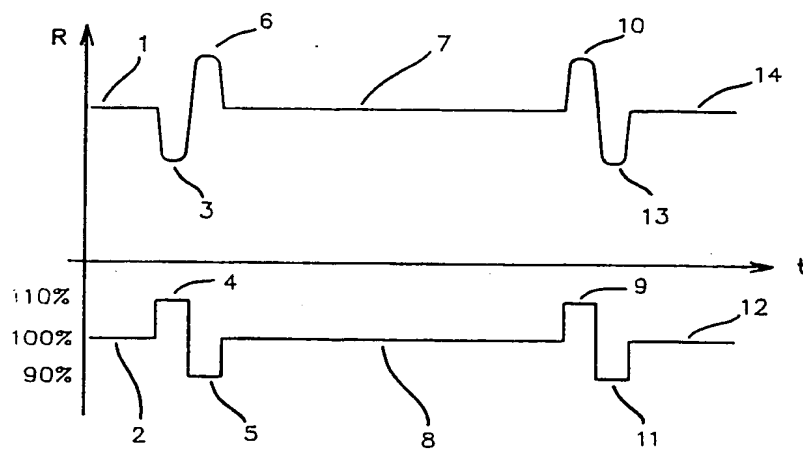


Fig. 3

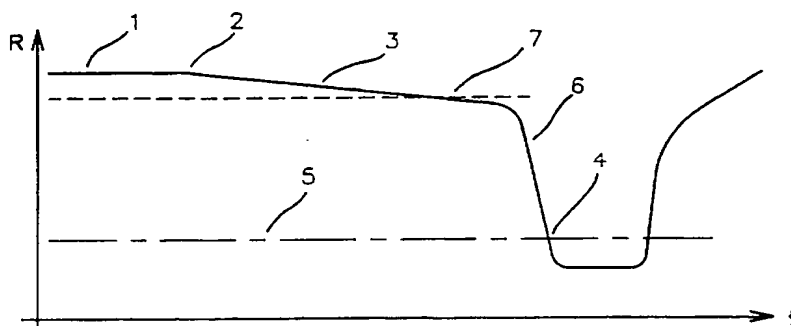


Fig. 4

